DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, DELL'AMBIENTE, DEL TERRITORIO ED ARCHITETTURA
Università degli Studi di Parma
Settore Scientifico Disciplinare: ICAR/06 "Topografia e Cartografia"

Esperienze di sviluppo di un Veicolo Rilevatore

Giovedì 28 Aprile 2005

Alberto Varini, Gianfranco Forlani, Riccardo Roncella

INTRODUZIONE

Veicolo attrezzato per il rilievo cinematico realizzato presso l'Università di Parma

Obiettivo del progetto: un laboratorio per accumulare esperienze e competenze nei settori Catasto Strade e Manutenzione

Si è lavorato in prevalenza sul versante fotogrammetrico

Applicazioni da Mobile Mapping:

Fortemente presente l'aspetto dell'integrazione tra i sistemi di:

- posizionamento
- ripresa
- archiviazione

Principali problematiche:

- interfacciamento
- controllo flusso dati
- calibrazione sistemi

EVOLUZIONE

Evoluzione del Veicolo:

- Progetto COFIN prof. Manzoni (2001) “GIGI”
- Prove di fattibilità primavera 2003 (Tesi Anghinoni ed altri)
- Definizione procedura calibrazione, rilievo, restituzione
- ASITA (2003) Varini, Forlani, Pinto
- Implemento metodo di sincronizzazione
- Test PCI primavera 2004 (tesi di Mezzetti ed altri)
- Test Precisioni estate 2004 (tesi Masetti, Mai ed altri)
- SIFET (2004) Varini, Forlani, Roncella
- utilizzo di SIT (D’amato, Bonomo, ecc)
- Rilievo a tappeto delle strade comunali di Fidenza

INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

STRUMENTAZIONE DI BORDO

Attualmente strumentazione minimale

Sistema di Posizionamento: 2 GPS

Sistema di Ripresa: 2 telecamere

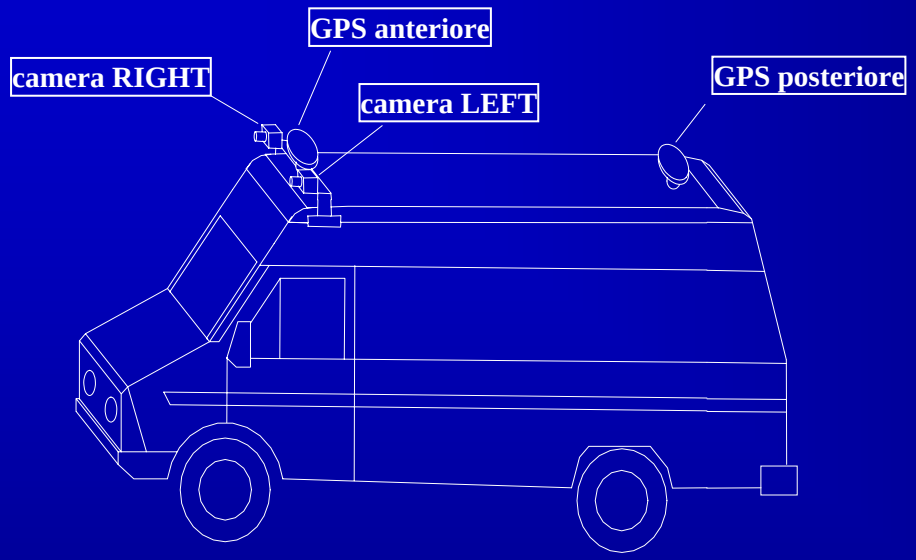
In relazione alle risorse economiche questo nucleo iniziale verrà integrato con altri sensori:

- sensore inerziale
- odometro
- terzo GPS
- altre telecamere

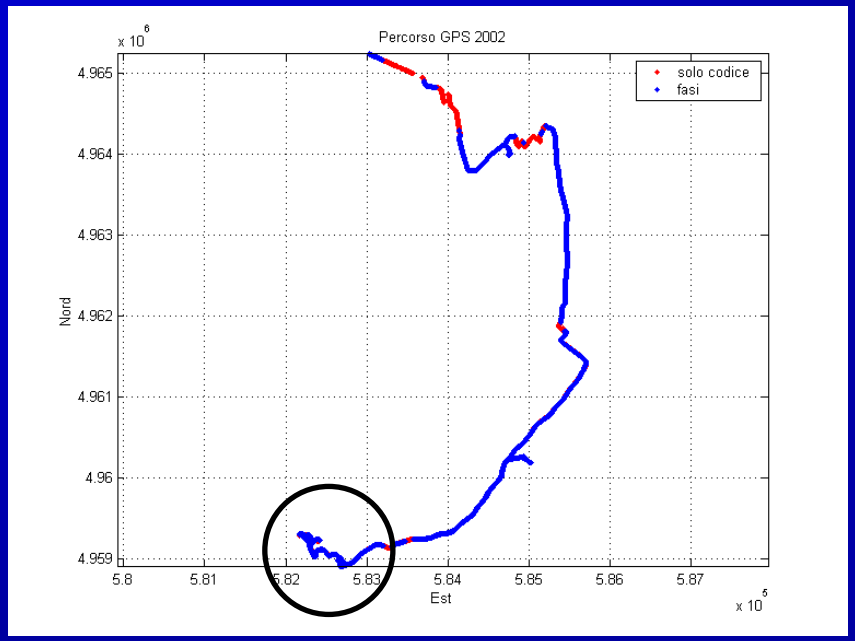
Precarietà allestimento:

- calibrazione sempre aggiornata
- perdita di tempo

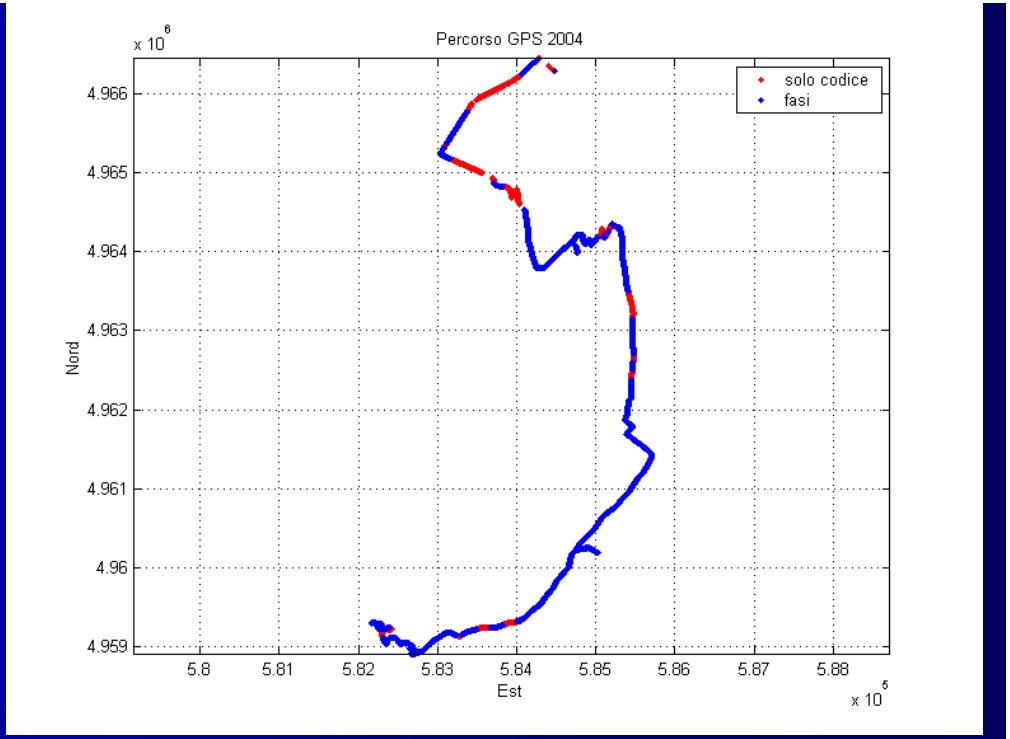
SISTEMA DI POSIZIONAMENTO



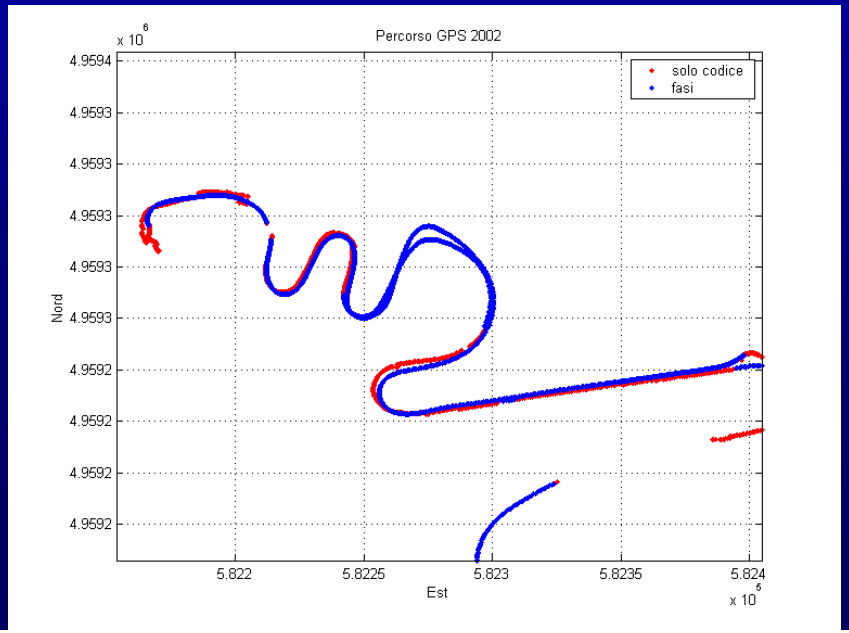
- Due ricevitori GPS LEICA SR530 L1/L2
  - antenna AT502
  - misure di codice e di fase
  - PPS e INPUT EVENT (1 evento/s);
  - max frequenza acquisizione: 10 Hz;
  - programma processamento dati: SKI-PRO.



GPS anteriore



GPS posteriore

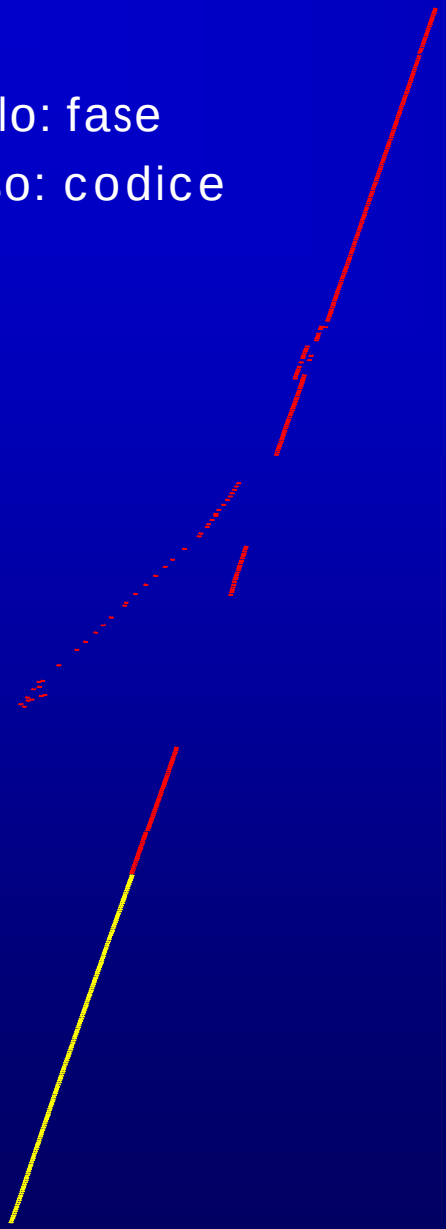


Ingrandimento GPS anteriore

PROBLEMI GPS

Giallo: fase

Rosso: codice

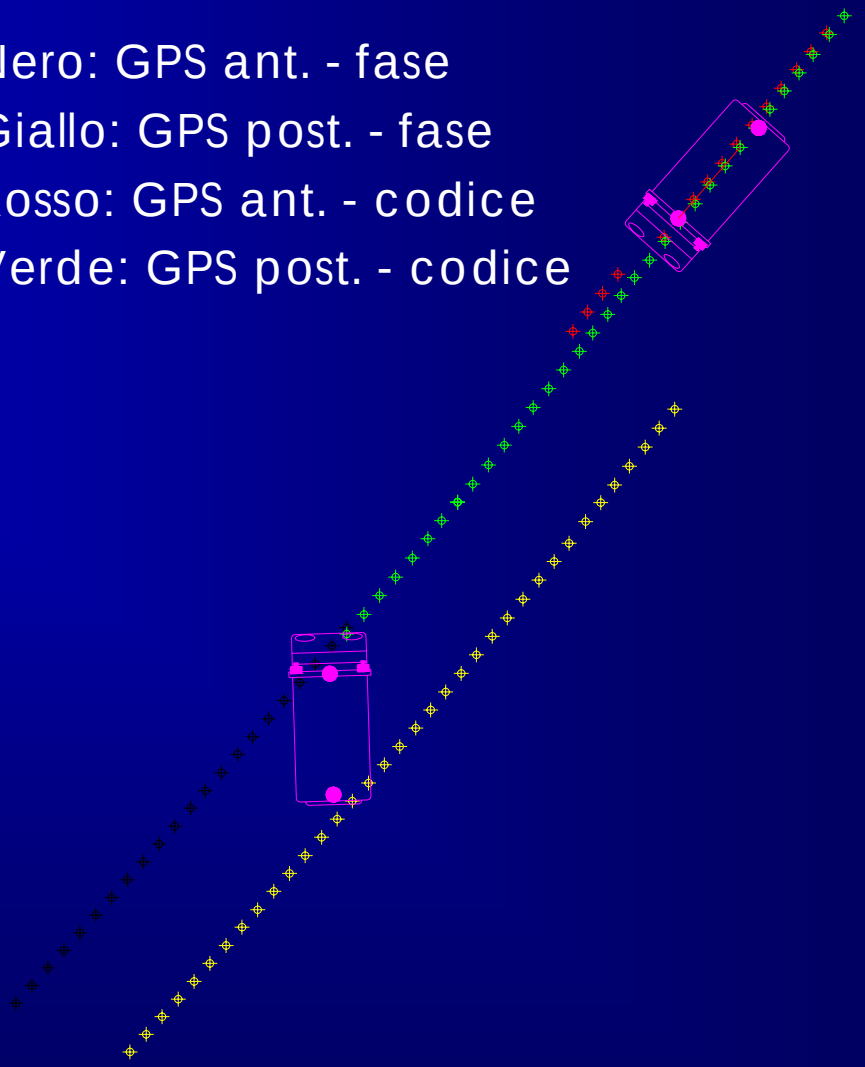


Nero: GPS ant. - fase

Giallo: GPS post. - fase

Rosso: GPS ant. - codice

Verde: GPS post. - codice



SISTEMA DI RIPRESA

- Due camere digitali B/W BASLER A101f
  - media risoluzione 1300*1030 pixel, pixel size 6.7 μm
  - fino a 12 fps
  - focale 8 mm
- Programma di acquisizione immagini e controllo camere: Gold (DEI, UniPr), su notebook Linux.
- Alimentazione PC e hub, tramite inverter, da una batteria a 12V.

H camere da strada 2,20 m; assi paralleli; angolo depressione su orrizzonte 15°. A centro immagine si collimano punti a 7,5 m di distanza

PROBLEMI SISTEMA DI RIPRESA

In presenza di punte di utilizzo delle risorse del processore GOLD ritarda la scrittura sul file .MEF

Manca un sistema efficiente di controllo automatico della luminosità, contrasto e guadagno delle immagini.

In 2 o 3 occasioni GOLD ha scattato foto simili a quella sottostante:

SINCRONIZZAZIONE E CONTROLLO CAMERE

Camera Right

Camera Left

Porta input event

Condizionatore di Segnale

Hub firewire 6 porte

Immagini

Trigger, gain, ecc.

Programma di controllo delle camere

Tempi di scatto immagini, orologio GPS (.cst)

Dati GPS

File di sincronizzazione

Tempi di scatto immagini, orologio PC (.mef)

PROCEDURA OPERATIVA

- Calibrazione geometrica
- Rilievo (acquisizione immagini e dati gps)
- Calcolo dell'OE di ogni immagine (processamento dati gps + dati di calibrazione)
- Collimazione dei particolari da restituire sui fotogrammi orientati (software MMT)
- Archiviazione delle coordinate terreno in DB ACCESS
- Eventuale importazione in un GIS

INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

SINCRONIZZAZIONE

L'assemblaggio di componenti diversi provoca inconvenienti. Occorre verificare accuratamente in fase di progetto preliminare le compatibilità e le caratteristiche dei dispositivi.

Inconveniente 1:

Il GPS acquistato non memorizza più di 1 evento al s

→ Occorre procedere ad interpolazione degli eventi non registrati nel GPS in base ai tempi del file .MEF

Inconveniente 2:

L'orologio del portatile deriva di circa 1ms al minuto

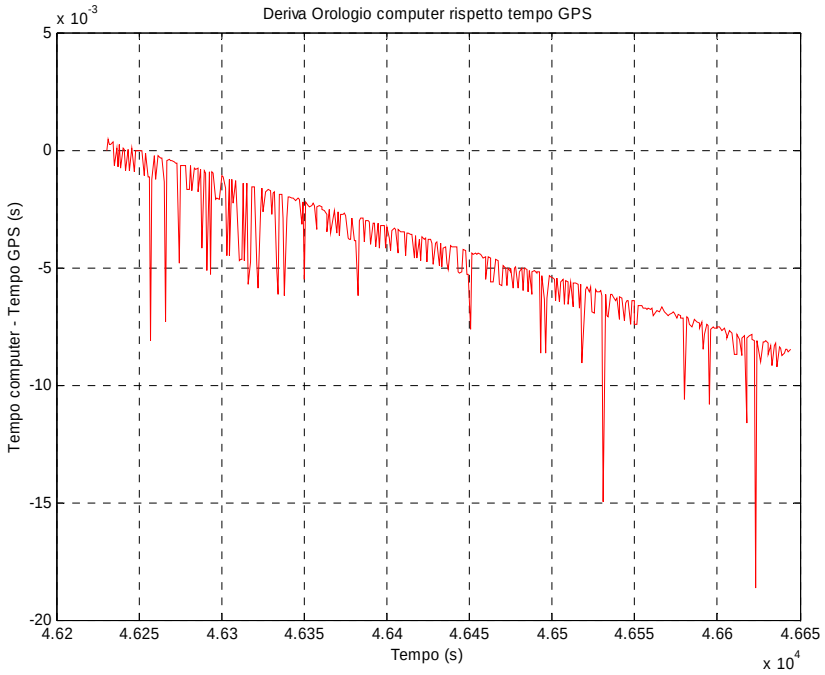
→ Correzione della deriva ogni volta che si hanno due eventi sincroni sui due file

Inconveniente 3:

Saltuariamente ritardo di scrittura sul file .MEF di circa 9 ms (errore posiz. circa 10 cm)

→ Filtraggio

Fotogramma	File .MEF (computer)	FILE .CST (GPS)
1	92.692 IMAGE bargonese-000000l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,30.5375779979
2	93.196 IMAGE bargonese-000001l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,31.0411516344
3	93.746 IMAGE bargonese-000002l.pgm	----
4	94.246 IMAGE bargonese-000003l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,32.0913251024
5	94.826 IMAGE bargonese-000004l.pgm	----
6	95.406 IMAGE bargonese-000005l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,33.2513344008
7	95.965 IMAGE bargonese-000006l.pgm	----
8	96.476 IMAGE bargonese-000007l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,34.3212252483
9	96.996 IMAGE bargonese-000008l.pgm	----
10	97.525 IMAGE bargonese-000009l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,35.3712692158
11	98.056 IMAGE bargonese-000010l.pgm	----
12	98.566 IMAGE bargonese-000011l.pgm	10, 2, 2005, 12,50,36.4114818396



INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

GEOREFERENZIAZIONE IMMAGINI

Obbiettivo:
Determinare per ogni fotogramma scattato i parametri di Orientamento Esterno $(X,Y,Z, \omega,\varphi,\kappa)_{\text{UTM-WGS84}}$

Due fasi:

- determinazione di posizione e assetto delle camere e delle antenne in un SdR legato al veicolo (calibrazione);

- calcolo di una rototraslazione da UTM-WGS84 a sistema veicolo, sulla base delle posizioni delle antenne al tempo di scatto.

FASE I: CALIBRAZIONE (R_V^C e DX_{AC}^V)

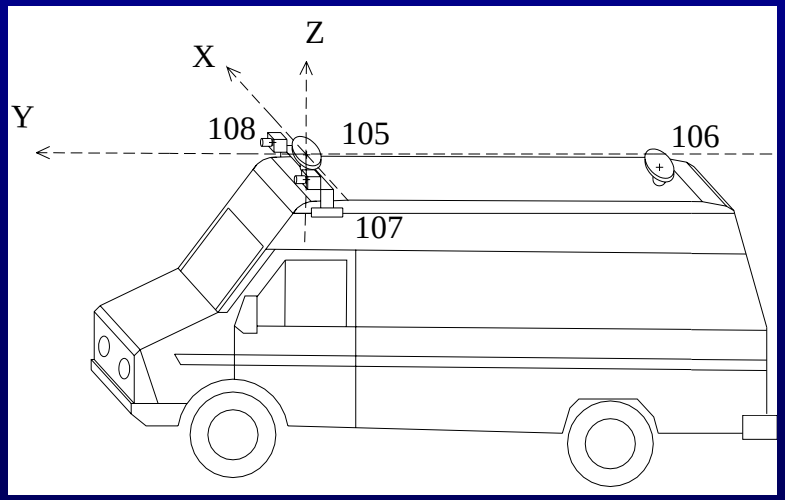
SdR Poligono

$R_V^C = R_V^P \; R_P^C$

R_V^P : dalle posizioni note nel sistema veicolo di 2 antenne e Z di 1 camera

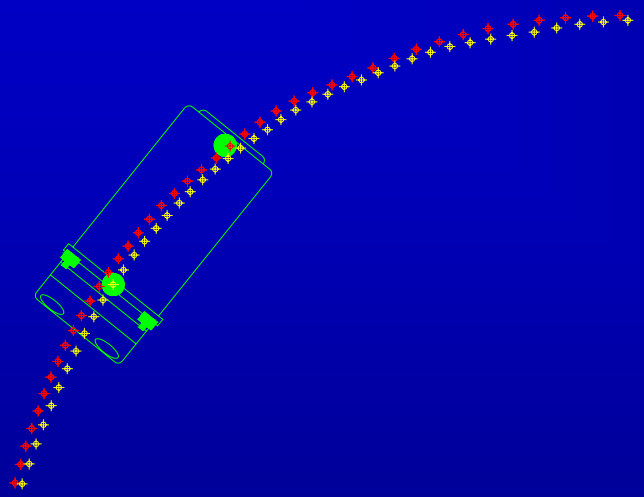
R_P^C : dall'orientamento di una coppia che riprende un poligono di punti noti

SdR Veicolo



DX_{AC}^V : $R^t{}_V^P \; DX_{AC}^P$

FASE II: CALCOLO MATRICE R_{UTM}^{V}



Posizioni delle 2 Antenne note nel SR Veicolo (da calibrazione)

Posizioni delle 2 Antenne note nel SR UTM-WGS84 (da misure GPS)

Stima della rototraslazione tra SR Veicolo e UTM-WGS84 per ogni istante di scatto (R_{UTM}^{V}).

N.B.: 7 incognite di rototr. e 6 quantità note (posiz 2 punti)
E' indeterminata la rotazione attorno alla congiungente le due antenne

CALCOLO ORIENTAMENTI ESTERNI

Posizione centri di presa camere in UTM WGS84:

$$X_{UTM}^{Camera} = X_{UTM}^{Antenna} + R^{t}_{UTM}{}^{V}\ DX_{V}^{AC}$$

Matrice assetto camera in UTM WGS84:

$$R_{UTM}^{C} = R_{V}^{C}\ R_{UTM}^{V}$$

INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

LIMITI OPERATIVI

1 - Perdita segnale gps dovuto agli ostacoli presenti sul percorso (alberi, case, viadotti, ecc.)

Utilizzo soluzioni di codice

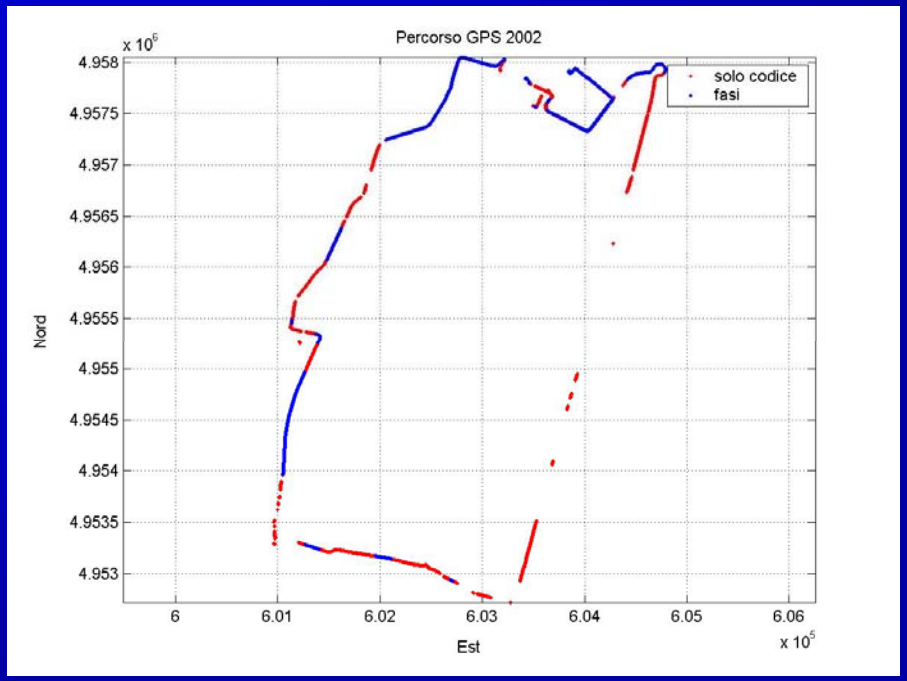
Utilizzo di OE costanti pari a quelli di calibrazione

Permette solo misure relative ma con una precisione elevata

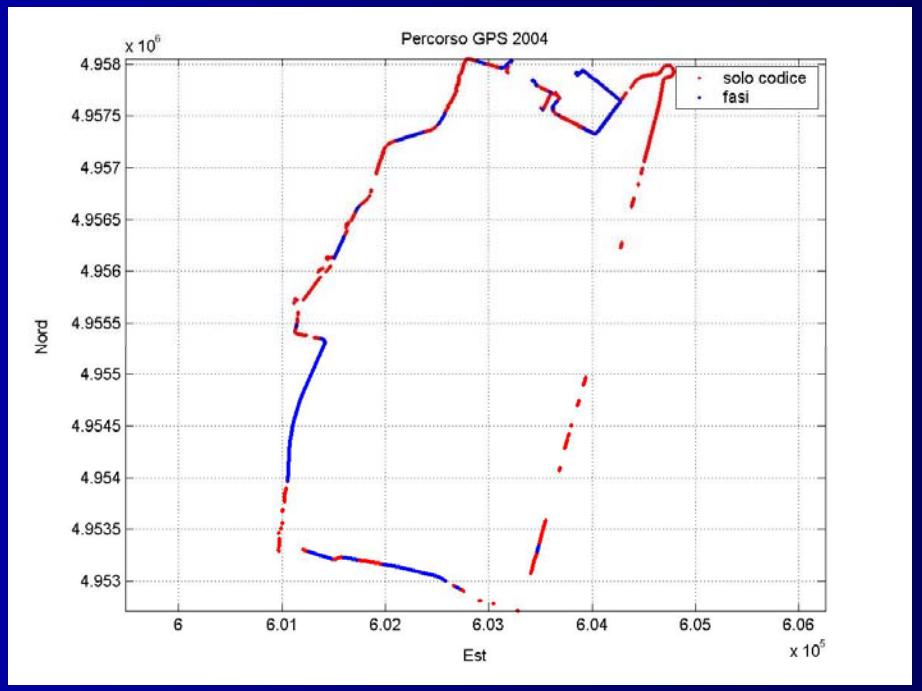
Utilizzo di metodi fotogrammetrici di propagazione degli OE

Prossima Presentazione

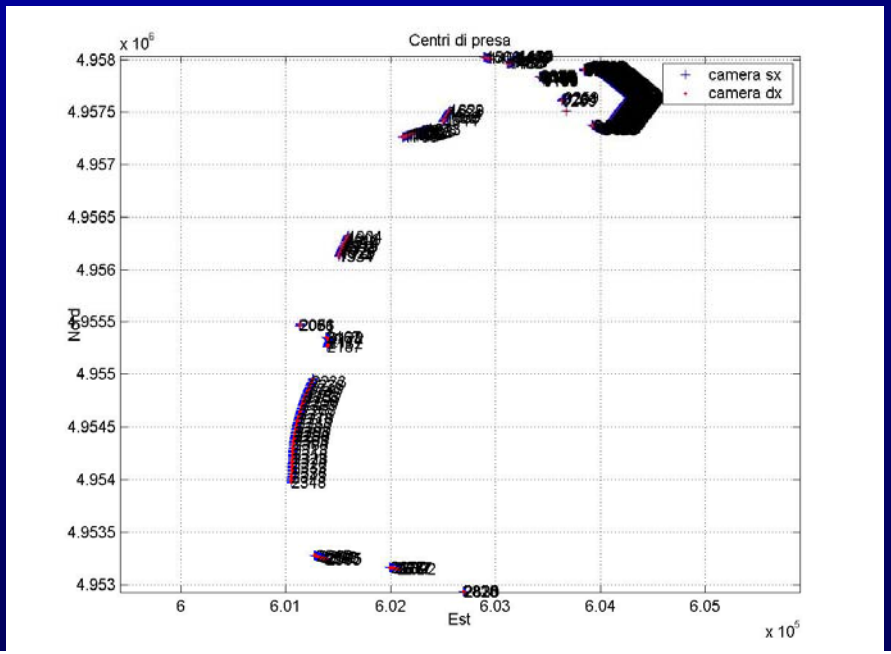
2 – Impossibilità di stimare rotazione attorno congiungente dei due gps.



GPS anteriore



GPS posteriore



Centri di Presa

POSIZIONAMENTO DI CODICE

Test preliminari forniscono risultati incoraggianti:

-Differenze max di posizione di 30 cm

-Differenze di azimut fino a 3° (errore sui punti a terra a 15 metri circa 80 cm)

-traiettorie di codice semplicemente traslate rispetto a quelle di fase

Inconvenienti:

-Differenze di pitch elevate (vari gradi)

ERRORE DI RESTITUZIONE

- La mancata determinazione della rotazione attorno all'asse longitudinale provoca principalmente che il dislivello tra le due camere rimane costante nel sistema UTM-WGS84 pari a quello di calibrazione

Nascono problemi quando varia la pendenza trasversale della sede stradale

Errori, prevalenti in quota e proporzionali alla distanza d dall'asse di rotazione longitudinale del veicolo.

- Es. p = 2%, d = 5 m , Err. z = 10 cm

Soluzione

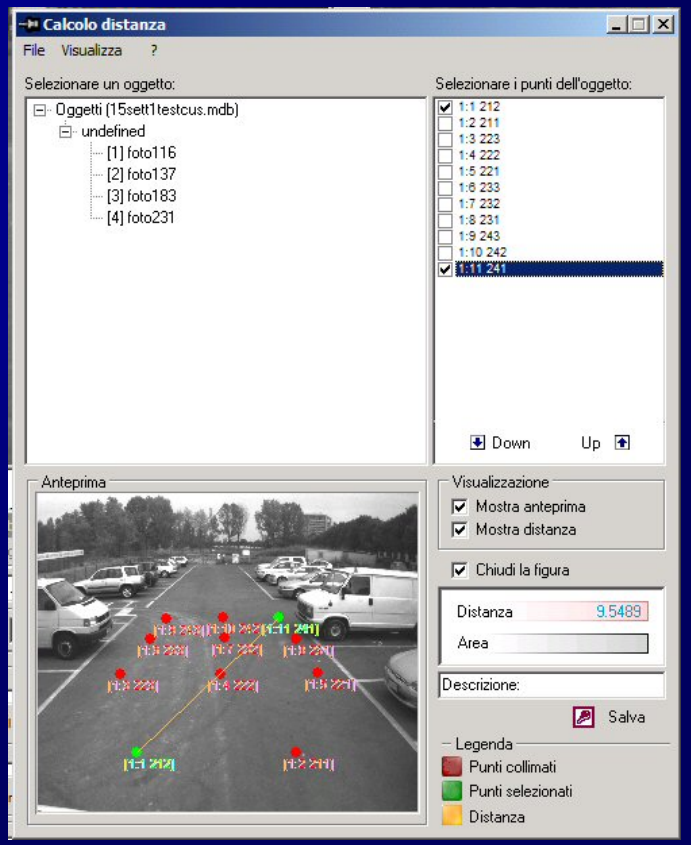
- di breve periodo: nessuna (no 3° antenna GPS!)
- di medio termine: IMU

INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

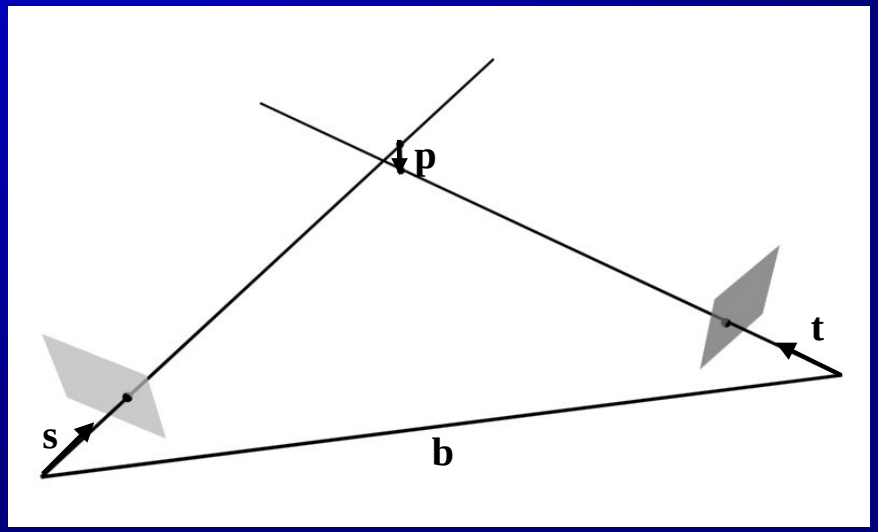
RESTITUZIONE: MMT

E' stato sviluppato in C++ il software "MMT" per la gestione, misurazione ed archiviazione in database acces dei dati misurati sulle immagini georeferenziate.



RESTITUZIONE: MMT

Una volta collimata una coppia di punti omologhi su fotogrammi sincroni od asincroni MMT calcola la posizione del punto come punto medio del segmento di minima distanza tra due raggi omologhi

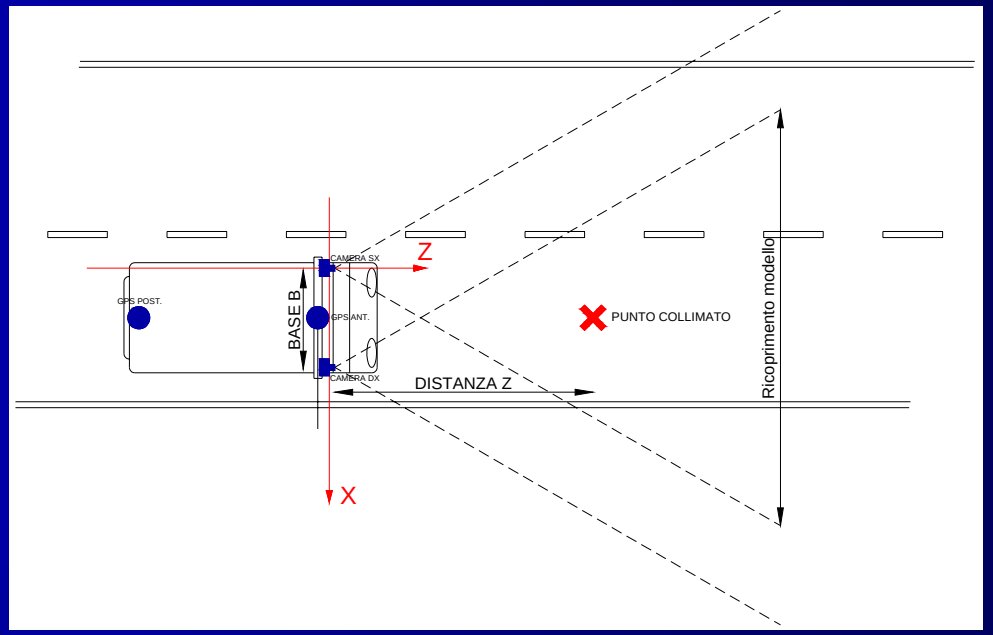


Ogni punto identificato da tre categorie alfanumeriche: Oggetti, Descrizione, Punti

PRECISIONE RESTITUZIONE STEREO

$$\sigma_{longitudinale} = \frac{Z}{c} \cdot \frac{Z}{B} \sigma_{x_2 - x_1}$$

$$\sigma_{trasversale} = \sqrt{\left(-\frac{Z}{c}\right)^2 \sigma_{x_1}^2 + \left(\frac{x_1}{c}\right)^2 \sigma_Z^2}$$



dove:
Z = distanza camera-oggetto lungo l'asse della camera;
c = distanza principale;
B = base di presa;
s*x*2-*x*1 , s*x*1 = precisione di misura della parallasse immagine e delle coordinate immagine;
strasversale = precisione di restituzione in direzione X (trasversale al moto);
slongitudinale precisione di restituzione in direzione Z (lungo la direzione di moto).

Precisione di restituzione dipende da OE, OI, precisione di collimazione e geometria di presa

focale (mm)	8,0
lato immagine (mm)	8,7
pixel (μm)	6,7
base (m)	1,7

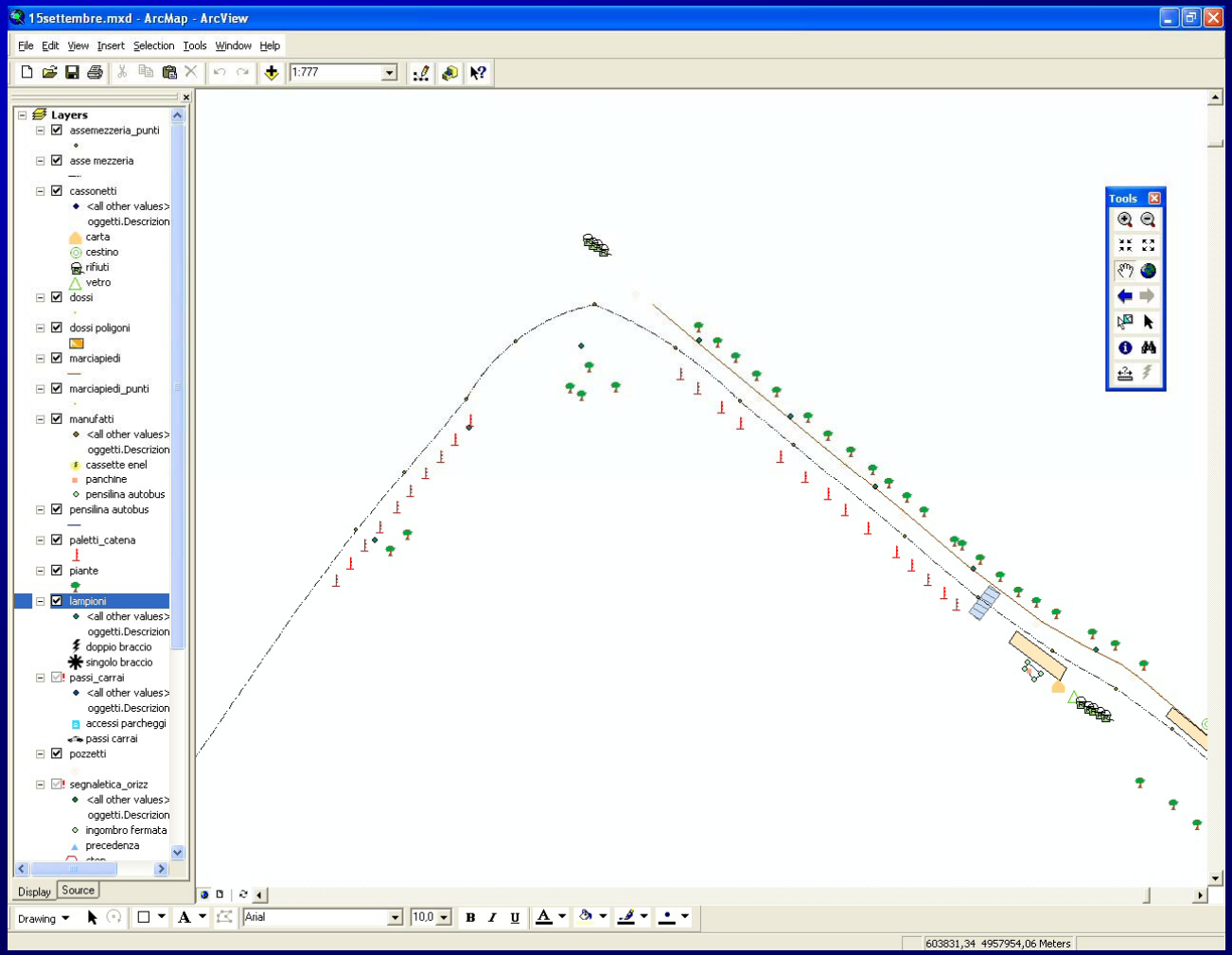
distanza (m)	5	7	9	11	13	15	17	19	21
scala immagine	625	875	1125	1375	1625	1875	2125	2375	2625
ricoprimento modello (m)	4	6	8	10	12	15	17	19	21
σ longitudinale (m)	0.017	0.034	0.056	0.084	0.118	0.157	0.201	0.251	0.307
σ trasv. (centro imm.) (m)	0.004	0.006	0.008	0.009	0.011	0.013	0.014	0.016	0.018
s trasv. (bordo imm.) (m)	0.012	0.022	0.036	0.053	0.074	0.099	0.127	0.158	0.193

NB: assunte camere con asse orizzontale

Precisione di misura = 1 pixel

IMPORTAZIONE IN UN SIT

ArcView 8



OGGETTI	*DESCRIZIONE*	*PUNTO*
1)Marciapiedi	- marciapiedi	- aiuole
2) Segnaletica orizzontale	- Strisce Pedonali - Linea mezzeria strada - Fermata autobus -Capolinea autobus - Precedenze - Stop	
3) Segnaletica verticale	- Divieto di sosta - Divieto di transito eccetto autobus - Fermata autobus - Limite 50 - Segnale dosso - Segnale di parcheggio - Segnale di pericolo - Senso unico	
4) Passi carrai	- accessi parcheggi - Passi carrai	
5) Cassonetti	- Rifiuti - carta - vetro - cestino	
6) Piante	- piante	
7) Dossi	- dossi	
8) Lampioni	-2bracci -1braccio	
9) Manufatti	- pensilina autobus - cassette enel - panchine	
10) Paletti catena delimitazione	- Paletti catena delimitazione	
11) Pozzetti	- pozzetto	- Luce enel

INDICE

- Introduzione
- Strumentazione di Bordo
- Problemi della Sincronizzazione
- Georeferenziazione Immagini
- Limiti Operativi
- Restituzione MMT
- Test di Verifica
- Conclusione

VERIFICHE EFFETTUATE

- Precisione di georeferenziazione
- Precisione nella determinazione di lunghezze
- Precisione nella misurazione di superfici
- Degrado precisione con utilizzo di foto non sincrone

Verifiche svolte in condizioni ottimali: target ideali, basse velocità, costellazioni GPS ottimali

Test effettuati:

- Verifiche in alcuni poligoni allestiti allo scopo al Campus di PR:

Circuito di prova di 220 metri, 73 target distribuiti in 5 poligoni sul percorso

- Rilievo dello stato della pavimentazione con metodi ottici e geometrici (PCI) sulle strade comunali di Fidenza

PRECISIONE DI RESTITUZIONE

Assoluta (coordinate)

Immagini sincrone:

- errore GPS, comune alle due camere
- errore di calibrazione sistema veicolo

Immagini asincrone:

- errore GPS, diverso per ogni camera
- errore di calibrazione sistema veicolo

Relativa (distanze, aree)

Immagini sincrone:

- errore di O.E. delle camere nel sistema veicolo

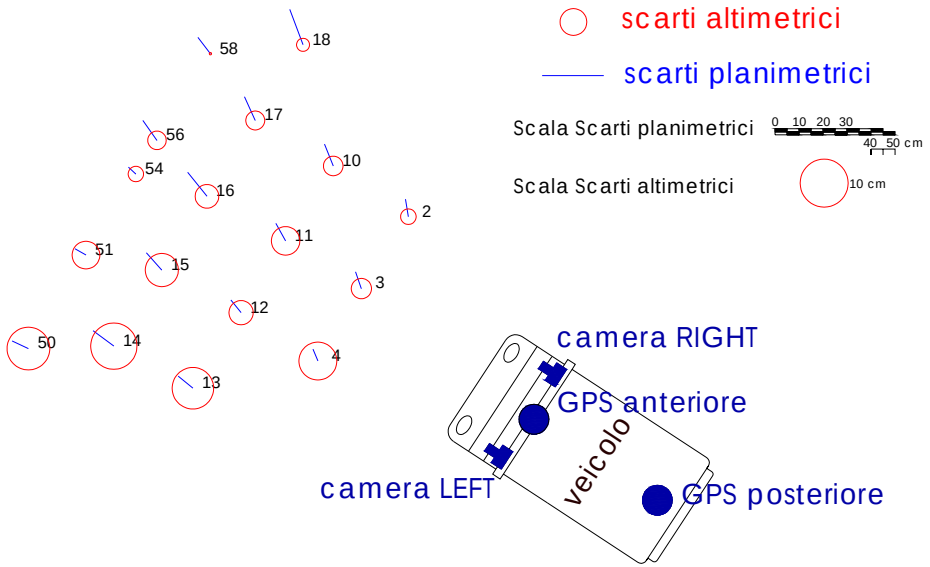
PRECISIONE DI GEOREFERENZIAZIONE

Poligono di Fidenza (PR)

20 dati

Errore medio=11 cm - Sqm=3 cm

Errore max=16 cm - Errore min=5cm



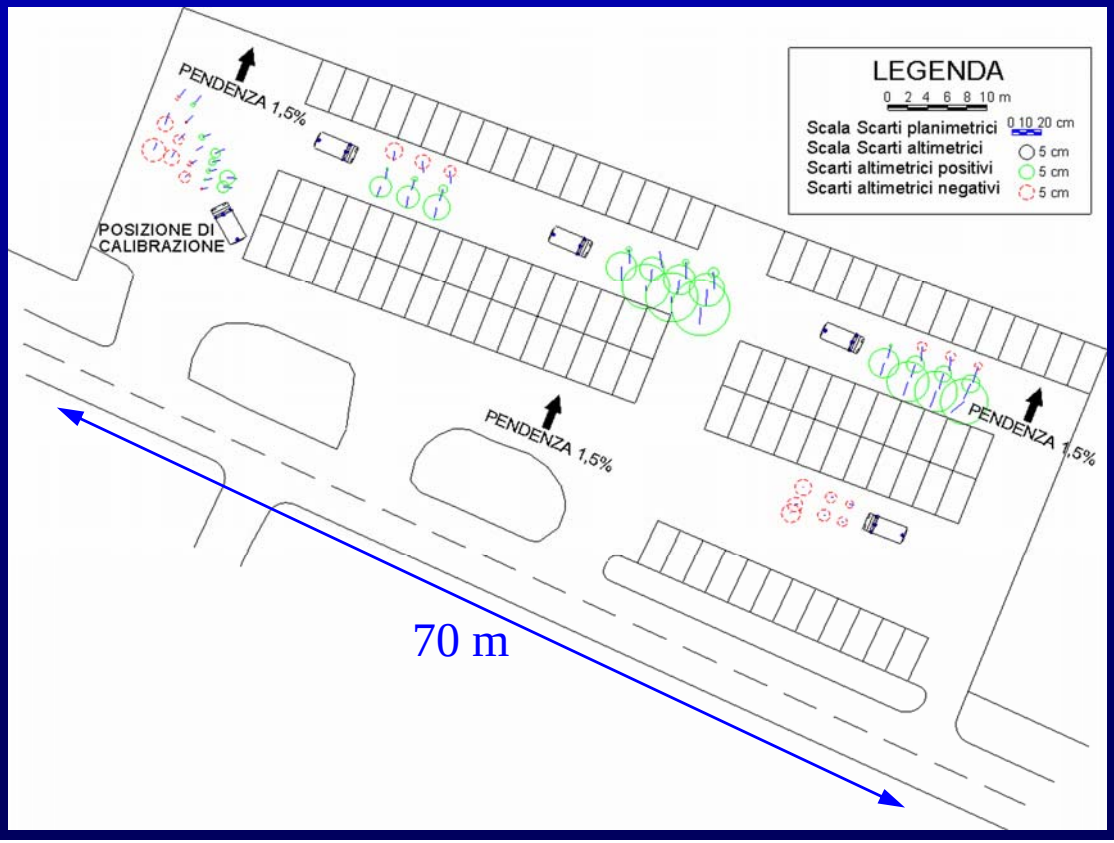
Nome	Xgps-Xmmt	Ygps-Ymmt	Zgps-Zmmt	dist soluz GPS-MMT
50	-0.0684	0.0316	-0.08959	0.1171
53	-0.09	0.0336	-0.09875	0.1378
51	-0.0458	0.0262	-0.05797	0.0784
52	-0.0689	0.0589	-0.04496	0.1012
54	-0.0309	0.029	-0.03234	0.0533
57	-0.0569	0.0556	-0.04775	0.0928
56	-0.0595	0.0838	-0.03865	0.1098
58	-0.0523	0.0685	-0.0047	0.0863
2	-0.0119	0.0733	-0.03259	0.0811
3	-0.0242	0.0701	-0.0426	0.0855
4	-0.0202	0.0496	-0.07925	0.0956
10	-0.0365	0.0915	-0.04109	0.1067
11	-0.0407	0.0733	-0.05963	0.1029
12	-0.0431	0.0529	-0.05087	0.0851
13	-0.0615	0.0507	-0.08703	0.1180
14	-0.087	0.065	-0.0971	0.1457
15	-0.065	0.0722	-0.06957	0.1195
16	-0.0812	0.1008	-0.04957	0.1386
17	-0.0453	0.0997	-0.03986	0.1165
18	-0.0551	0.1486	-0.02722	0.1608

Medie	-0.0522	0.0667	-0.0546	0.1066
SQM	0.021512	0.02930	0.0252	0.0260

PRECISIONE DI GEOREFERENZIAZIONE

Poligono del Campus (PR)

226 collimazioni su 23 fotogrammi
Errore medio XY=5,5 cm - Sqm=5,6 cm
Errore max XY=13,5 cm
Errore medio Z=1,6 cm – Sqm=6,4 cm
Errore max Z=19,6 cm



Nome Punto	X MMT- X GPS	Y MMT- Y GPS	Z MMT- Z GPS	DISTANZE
2	0,01	0,08	0	0,08
3	0,01	0,04	0,02	0,05
4	0,02	0,07	0,03	0,08
5	0	0,19	0,06	0,2
6	0,06	0,09	0,1	0,14
7	-0,05	0	-0,34	0,34
8	0,04	0,04	-0,01	0,05
10	0,04	0,07	-0,06	0,1
11	-0,09	0,05	-0,11	0,15
12	0,04	0,03	-0,06	0,08
13	0	-0,04	0	0,04
14	0,08	0,01	0,03	0,09
15	0,05	0,03	0,1	0,12
17	0,06	0,04	0,02	0,07
19	0,03	0,09	-0,06	0,11
20	-0,07	0,09	-0,09	0,15
21	-0,04	0,03	-0,1	0,11
22	0	0,05	-0,08	0,1
23	0,04	0,03	-0,01	0,05
26	0,1	0,05	-0,05	0,12
27	0,02	0,08	-0,08	0,11
29	-0,07	-0,07	-0,11	0,15
30	0,05	0,05	-0,09	0,12
31	0,08	0,07	-0,14	0,17
32	0,02	0,03	0,02	0,04
33	0,03	0,06	-0,02	0,06
34	0,01	0,03	0,06	0,06
35	0,03	0,09	-0,01	0,09
37	0,13	0,12	0,01	0,18
40	-0,05	-0,07	0,01	0,09
102	-0,03	-0,1	-0,01	0,1
104	0,06	-0,02	-0,06	0,09
105	-0,07	0	-0,03	0,07
106	0,06	-0,08	0	0,1
107	-0,04	-0,05	0	0,07
108	-0,04	-0,02	-0,06	0,07
109	-0,06	0	-0,09	0,11
110	-0,07	-0,09	-0,02	0,12
111	0	-0,06	-0,05	0,08
112	-0,02	-0,06	-0,03	0,07
113	-0,07	-0,09	-0,02	0,11
114	-0,03	-0,02	0,03	0,05
115	-0,04	-0,08	0	0,1
116	-0,01	-0,04	-0,02	0,05
Media	0,01	0,02	-0,03	0,1
SQM	0,05	0,07	0,07	0,05
EQM	0,05	0,07	0,08	0,12
Max	0,13	0,19	0,1	0,34
Min	-0,09	-0,1	-0,34	0,04

DEGRADO DELLA PRECISIONE CON IMMAGINI ASINCRONE

Test sull'anello del Campus (PR)

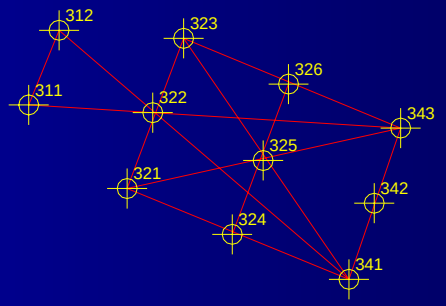
27 punti

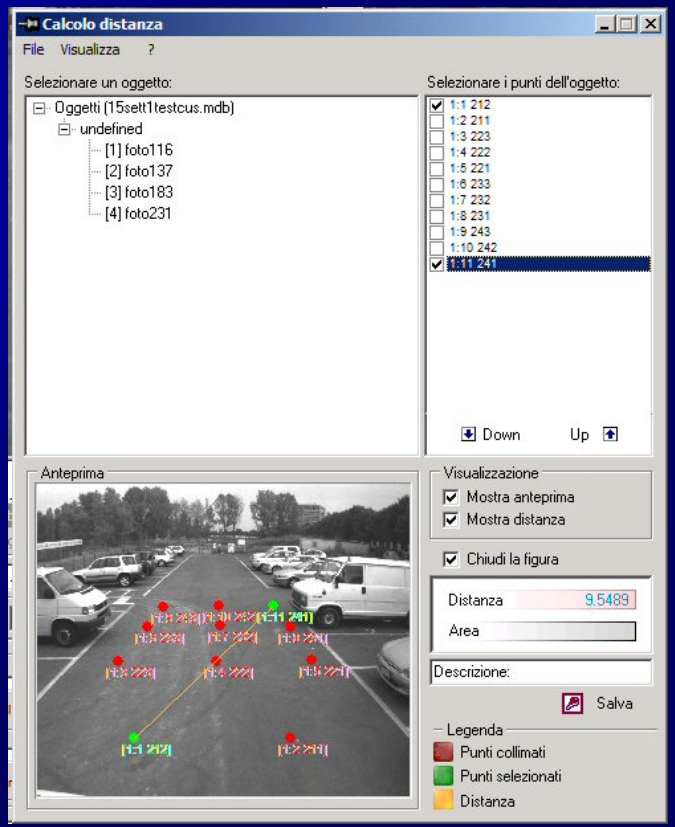
	Foto Sincrone		**Foto Asincrone (1 scatto circa 1,50 m)**		**Foto Asincrone (2 scatti circa 3,00 m)**		**Foto Asincrone (3 scatti circa 4,50 m)**	
	Altimetria [cm]	Planimetria [cm]	Altimetria [cm]	Planimetria [cm]	Altimetria [cm]	Planimetria [cm]	Altimetria [cm]	Planimetria [cm]
Errore medio	-2.7	10.0	-1.8	12.9	-2.3	14.8	-1.9	12.8
Sqm	7.0	1.1	7.3	4.1	7.0	8.0	6.8	4.7
Eqm	7.5	10.1	7.5	13.6	7.3	16.8	7.1	13.7
Errore max	12.3	11.8	13.5	24.7	14.9	46.0	-13.4	28.7

Perdita di Precisione contenuta
dovuta forse più a difficoltà di collimazione

TEST DI PRECISIONE DI MISURE RELATIVE

	dist Veicolo	dist Teod	Errore	%
121-122	1,008	1,012	0,004	0,404
122-123	1,010	1,009	-0,001	-0,075
123-124	0,989	0,995	0,006	0,558
124-131	4,429	4,439	0,010	0,223
131-132	1,494	1,501	0,007	0,437
132-133	1,494	1,492	-0,002	-0,120
133-134	1,565	1,556	-0,009	-0,602
134-135	1,486	1,500	0,014	0,913
135-143	5,528	5,530	0,002	0,036
143-144	2,000	2,000	-0,001	-0,031
144-145	2,003	1,999	-0,005	-0,240
145-146	1,984	1,996	0,013	0,627
146-147	1,977	2,004	0,028	1,373
311-312	2,008	2,012	0,004	0,182
312-321	4,287	4,302	0,015	0,349
321-322	2,000	1,999	-0,001	-0,037
322-323	2,009	2,011	0,002	0,100
323-324	5,051	5,045	-0,007	-0,130
324-325	1,998	2,000	0,002	0,115
325-326	2,013	2,011	-0,002	-0,101
326-341	5,126	5,104	-0,022	-0,424
341-342	2,005	2,003	-0,001	-0,060
342-343	1,988	1,990	0,003	0,128
422-423	1,993	1,993	0,001	0,027





Poligono del Campus (PR)

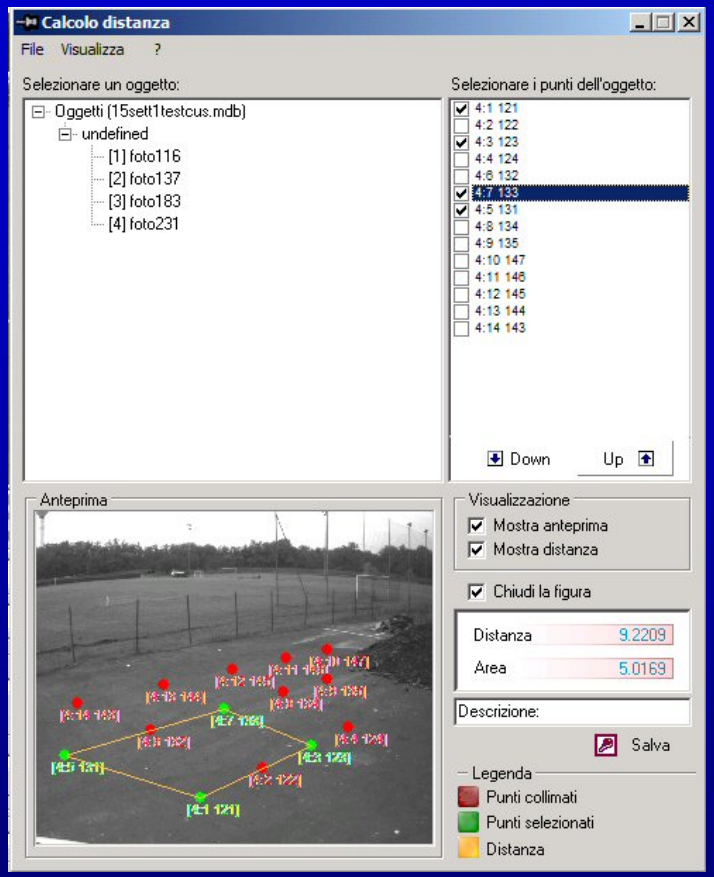
69 misure di distanze

Errore medio =0,6 cm - Sqm=1,4 cm

Errore max=6,2 cm

media %errore/distanza=0,14% - Sqm=0,33%

PRECISIONE NELLA MISURA DI SUPERFICI



ID Punti	Area MMT	Area Teodolite	Differnze	%
121,123,133,131	5,0169	5,0376	-0,0207	-0,412
312,323,321,311	8,9930	9,0625	-0,0695	-0,767
323,321,324,326	11,4492	11,4595	-0,0103	-0,090
343,323,321,341	23,6495	23,6924	-0,0429	-0,181
311,312,343,341	26,6923	26,8125	-0,1202	-0,448
311,312,323,343,341,321	32,6425	32,7549	-0,1124	-0,343
311,323,343,321	17,7356	17,8420	-0,1064	-0,596
322,323,343,325	9,0032	9,0703	-0,0671	-0,740
433,423,422,432	6,0593	6,0466	0,0127	0,209
423,422,442,443	11,9412	11,9192	0,0220	0,185
433,423,422,431,442	14,9090	14,9419	-0,0329	-0,220
433,422,431,442	11,8496	11,8967	-0,0471	-0,396
431,432,442,441	6,0029	6,0000	0,0029	0,048
541,531,532,545	12,0596	12,0762	-0,0166	-0,138
522,521,531,532	3,9943	4,0173	-0,0230	-0,573
522,531,542,543,544	13,1430	13,1697	-0,0267	-0,203
522,542,545	12,1531	12,1917	-0,0386	-0,317
522,521,531,542,543	10,1235	10,1313	-0,0078	-0,077
121,122,134,132	4,0522	4,0596	-0,0074	-0,183
121,124,146,144	13,9719	14,0671	-0,0952	-0,677
122,131,144,146,124	16,7864	16,9023	-0,1159	-0,686
144,143,131,133	4,9833	5,0315	-0,0482	-0,958
144,143,122,133	5,0663	5,0847	-0,0184	-0,363
143,122,147	15,8282	16,0068	-0,1786	-1,116
143,122,124,147	19,8057	20,0320	-0,2263	-1,130

Poligono Campus (PR)

25 misure di aree tra 4 e 33 m^2

Errore medio= -558 ± 604 cm^2 = 1 foglio A4

Err. relativo medio = -0,4% ± 0,4%

Sup. 1 foglio A4 = 623,7 cm^2

	m^2	%
eqm	0,0823	0,5466
min	-0,2263	-1,1298
max	0,0220	0,2094

APPLICAZIONE: DETERMINAZIONE DEL PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)

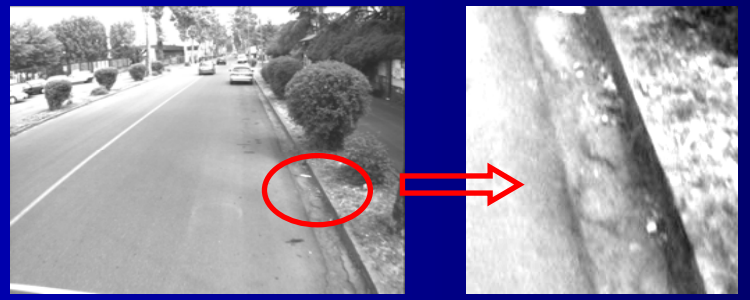
Il PCI è un metodo per la valutazione della manutenzione stradale

Ad ogni lotto stradale viene assegnato un indice variabile da 0 (giudizio pessimo) a 100 (giudizio eccellente) funzione del tipo, gravità e densità dei degradi presenti.

Essendo un metodo ad indagine visiva può essere associato a tecniche fotogrammetriche permettendo ripetibilità, produttività, e l'archiviazione dei dati

TEST DI PRECISIONE DEL PCI

Rilievo manuale



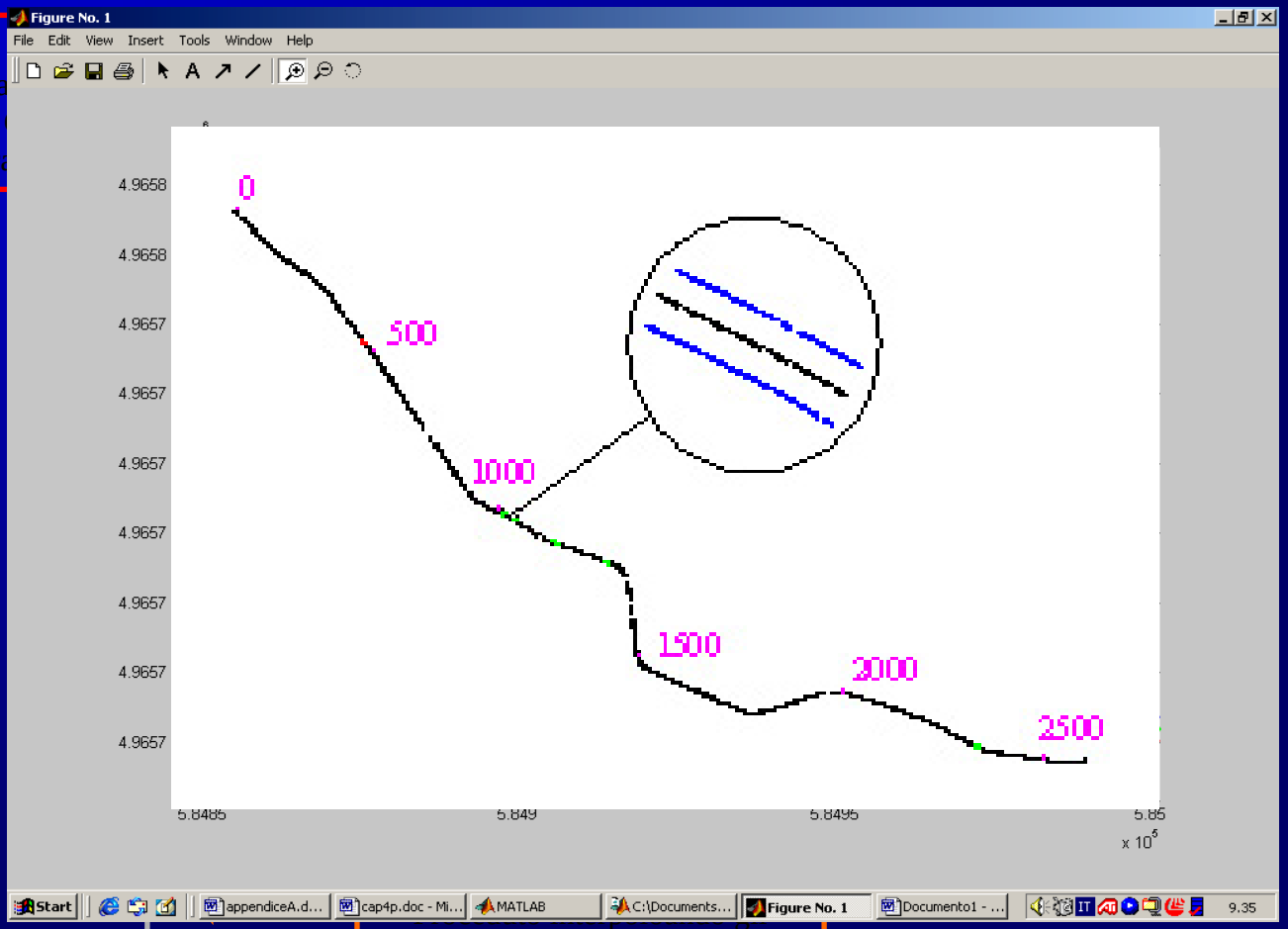
Rilievo con Veicolo Rilevatore

LOTTO N.1
MANUALE: PCI= 91 GIUDIZIO= ECCELLENTE
VEICOLO: PCI= 91 GIUDIZIO= ECCELLENTE
LOTTO N.2
MANUALE: PCI= 52 GIUDIZIO= DISCRETO
VEICOLO: PCI= 51 GIUDIZIO= DISCRETO
LOTTO N.3
MANUALE: PCI= 88 GIUDIZIO= ECCELLENTE
VEICOLO: PCI= 90 GIUDIZIO= ECCELLENTE

DETERMINAZIONE PROGRESSIVA

ANDATA

Elaborazione coordina
punti andata rilevati dal
calcolo punti mezzeria stra



estremi noti dei punti della mezzeria.

CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Catasto strade: Precisioni di misure relative adeguate al capitolato, Precisioni di georeferenziazione assoluta adeguate, da risolvere problema delle pendenze

Manutenzione (PCI): Precisioni di restituzione adeguate agli scopi

Le verifiche si riferiscono a condizioni ideali (non operative): target ideali, velocità basse, configuraz. GPS

Prospettive

- Acquisizione di un sensore inerziale per rimuovere i vincoli all'utilizzo del veicolo;
- Nuovo tipo di sincronizzazione con trigger esterno dall'odometro per lo scatto delle camere e la registrazione sul gps